

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :  
(A n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction.)

**2 517 916**

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 81 22746**

---

(54) Appareil de visualisation stéréoscopique utilisable pour un viseur de casque.

(51) Classification internationale (Int. Cl. <sup>7</sup>). H 04 N 9/54, 7/18.

(22) Date de dépôt..... 4 décembre 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 23 du 10-6-1983.

---

(71) Déposant : Société dite : THOMSON-CSF. — FR.

(72) Invention de : Jean-Claude Reymond.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Philippe Guilguet, Thomson-CSF, SCPI,  
173, bd Haussmann, 75360 Paris Cedex 08.

**APPAREIL DE VISUALISATION STEREOSCOPIQUE,  
UTILISABLE POUR UN VISEUR DE CASQUE.**

La présente invention concerne un appareil de visualisation stéréoscopique utilisable, en particulier, pour réaliser un viseur de casque.

5 La reconstitution du relief à partir d'images planes peut être obtenue de plusieurs manières selon les techniques photographiques utilisées. On connaît notamment la stéréophotographie vieille de plus d'un siècle, la cartographie par photographie aérienne qui utilise une restitution de tracé des lignes de niveau, et la photogrammétrie qui est une technique généralisant les techniques cartographiques et  
10 Introduisant des traitements mathématiques le plus souvent complexes.

La vision du relief nous est naturellement possible grâce aux informations perçues simultanément par les deux yeux. Chaque oeil perçoit de la scène qu'il a devant lui des images qui diffèrent par le point d'observation. La notion de relief résulte de la différence de  
15 perspective des images et également de la conjonction des informations de convergence oculaire et d'accommodation. Du point de vue pratique, l'observation de couples d'images stéréoscopiques dont les effets peuvent être particulièrement saisissants, montrent que la différence de perspective suffit largement à la perception du relief. En particulier, deux prises de vue d'une scène effectuées à axes optiques parallèles conviennent parfaitement à reconstituer le relief pour tous les points de l'image présentée. En outre, le relief  
20 peut être perçu à partir de deux images d'une même scène prises de deux points de vue distincts, mais dans des conditions assez éloignées des conditions normales de vision ; la longueur de base entre  
25

les optiques peut être ainsi choisie bien supérieure à la distance interpupillaire. Cette disposition est connue et utilisée dans des systèmes binoculaires d'artillerie, la longueur de base pouvant être notamment ajustée supérieure à un mètre. Il en résulte une sensation de perception du relief à une distance beaucoup plus grande que dans la réalité. A noter que l'on peut aussi réaliser deux images de nature différente, par exemple, une image monochrome en noir et blanc et la même image polychrome, le cerveau restituera le relief et la couleur pour l'ensemble de la scène, la référence étant la même.

La perception du relief peut constituer une aide importante à la conduite de certains véhicules dans des conditions particulières, par exemple pour des pilotes d'aéronefs afin d'assurer une navigation de nuit et la reconnaissance de formes.

Un objet de l'invention est la réalisation d'un appareil d'observation stéréoscopique qui utilise deux capteurs optoélectriques d'image vidéo, tels des caméras, dont les axes sont parallèles et dont les images vidéo, éventuellement traitées, sont ensuite visualisées en utilisant un ou deux tubes cathodiques.

Les capteurs optoélectriques sont choisis différents, par exemple, une caméra noir et blanc et une caméra couleur, ou encore une caméra de télévision monochrome ou polychrome et une caméra infrarouge dénommée FLIR (de l'appellation anglo-saxonne Forward Looking Infra-Red), comme on le verra dans ce qui suit.

Suivant un autre objet de l'invention on réalise un appareil d'observation stéréoscopique pour un viseur de casque, en combinant les images vidéo détectées par les deux capteurs pour les faire apparaître simultanément sur un tube cathodique de visualisation, chaque image occupant la moitié de l'écran et pour ensuite transporter ces deux images par une liaison à fibres optiques sur le casque au niveau des yeux de l'observateur.

Il est connu par le brevet américain US 3.833.300 de réaliser un viseur de casque utilisant un faisceau de fibres optiques entre un tube cathodique miniature et la zone focale d'une visière parabo-

lique. Le montage peut comporter deux faisceaux de manière à produire une vision binoculaire. Chaque faisceau de fibres optiques est relié à un tube cathodique pour projeter des symboles lumineux dans le viseur en face de chaque oeil et simuler par une série de points lumineux et en stéréoscopie, la trajectoire d'un projectile.

Les particularités et avantages de la présente invention apparaîtront dans description qui suit, donnée à titre d'exemple non limitatif à l'aide des figures annexées qui représentent :

Fig. 1, un diagramme général d'un appareil de visualisation stéréoscopique conforme à la présente invention et dans lequel les dispositifs de visualisation stéréoscopique sont constitués au moyen d'un couple d'indicateurs cathodiques miniatures ;

Fig. 2, une représentation d'un appareil de visualisation stéréoscopique conforme à l'invention utilisé pour constituer un viseur de casque ;

Fig. 3, une vue relative à la visualisation sur le tube cathodique intermédiaire dans le cas d'une réalisation selon la Fig. 2 ;

Fig. 4, un schéma partiel d'une variante de réalisation de l'appareil selon la Fig. 2 ;

Fig. 5, un exemple de réalisation du circuit de commutation vidéo dans une réalisation selon la Fig. 3 ou 4 ;

6 un schéma relatif à une réalisation particulière du tube cathodique intermédiaire dans l'appareil selon la Fig. 2 en utilisant comme écran du tube une face d'extrémité d'un faisceau de fibres optiques ordonnées ;

Fig. 7, une variante de réalisation avec un couplage optique entre le tube cathodique intermédiaire et le faisceau de fibres optiques ordonnées ; et

Fig. 8, un détail de réalisation relatif à une exécution selon la Fig. 7.

En se reportant à la Fig. 1 l'appareil comporte trois parties distinctes. Tout d'abord, la partie imagerie constituée principalement de deux caméras 1 et 2 disposées sur un support commun 3. Les axes optiques X1 et X2 des caméras sont réglés sensiblement

parallèles. On peut aussi pour des applications concernant l'observation d'objets à distance bien déterminée s'assurer d'une certaine convergence de ces axes pour la distance d'observation.

5 L'entre-axe D des caméras peut être rendu ajustable par un dispositif de commande 4 qui va déplacer une caméra par rapport à l'autre selon une direction Y perpendiculaire à celle des axes optiques X1 et X2. Les caméras 1 et 2 peuvent être identiques pour percevoir le relief seul. En utilisant des caméras différentes, le  
10 cerveau de l'observateur contribue à interpréter les images fusionnées ; cette solution permet en outre d'identifier des objets et des détails qui pourraient être détectés dans une version à deux caméras identiques. Selon donc une réalisation préférentielle, les caméras sont différentes, par exemple, la caméra 1 peut être une caméra  
15 infra-rouge dite FLIR et la caméra 2 peut être une caméra de télévision fonctionnant dans le spectre visible et proche infra-rouge. Les bandes spectrales optiques des deux caméras sont limitées par deux jeux de filtres symbolisés en 5 et 6. Les champs angulaires des deux caméras délimités par les directions représentées sont les plus  
20 identiques possible. Les caméras 1 et 2 fonctionnent, de préférence, en synchronisme de balayage et fournissent les signaux électriques vidéo d'image SV1 et SV2 respectivement. Les moyens de commande en synchronisme peuvent être un circuit de base de temps extérieur aux caméras ou, comme représenté, l'une des caméras peut comporter une sortie synchro SC utilisée pour commander l'autre caméra.  
25 Les signaux de synchronisation peuvent encore être extraits du signal vidéo composite de sortie SV1 (ou SV2) dans un circuit 7 de traitement (liaison SC en pointillé).

L'association des capteurs d'image précitée n'est pas limitative ; d'autres combinaisons sont possibles telles que, par exemple, deux  
30 capteurs de télévision visible ou proche infrarouge fonctionnant avec ou sans filtre de bande, ou encore deux capteurs fonctionnant dans une même bande ou dans deux bandes infrarouge distinctes.

Les circuits 7 et 8 sont des circuits intermédiaires dans lesquels on peut effectuer un traitement de signal éventuel. Ce traitement

peut constituer en une étude d'histogramme, une dilatation du contraste, une accentuation des contours, une extraction des contours par binarisation d'image, etc...

La partie restante 9 représente les moyens de visualisation stéréoscopique des signaux vidéo d'image SV1 et SV2 éventuellement traités. Dans l'exemple représenté, ce dispositif 9 d'affichage d'image est constitué au moyen de minimoniteurs 11 et 12, chacun d'eux étant associé à une formule optique, respectivement 13 et 14. Les éléments 11 et 12 peuvent être réalisés avec deux tubes cathodiques miniatures de faible dimension, par exemple de 1,5 pouce de diagonale écran, permettant la restitution des images vues par chacun des capteurs 1 et 2. Les deux combinaisons optiques 13 et 14 sont des oculaires servant à former les images finales à l'infini (collimation), ou à une distance finie (semi-collimation, pour des questions de confort d'observation, d'ergonomie).

Le dispositif d'imagerie 1 à 8 peut être situé à distance des moyens de visualisation stéréoscopique 9. Une autre conception consiste à regrouper la partie électronique et effectuer les liaisons à distance par voie optique ; suivant cette solution, chaque image visualisée est transmise par un faisceau de fibres ordonnées à l'oculaire correspondant, c'est-à-dire un premier faisceau entre le tube 11 et l'oculaire 13 et un deuxième faisceau entre le tube 12 et l'oculaire 14. Ainsi, les moyens de visualisation à proximité de l'observateur forment un montage plus léger et présentant une grande souplesse d'exploitation, notamment pour une utilisation comme viseur sur un casque de pilote. Une telle solution est décrite à l'aide de la Fig. 2 dans une version préférée selon laquelle les tubes cathodiques 11-12 sont réduits à un seul tube, conférant à l'appareil un coût réduit.

Les signaux vidéo d'image SV1 et SV2 récupérés en sortie des circuits 1-2, ou 7-8 selon le traitement prévu, sont donc appliqués à un unique tube cathodique 20 à travers un circuit électronique 21 de manière à visualiser l'image correspondant au signal SV1 sur une partie de ce tube cathodique, et sur la partie restante l'image

correspondant au signal SV2. La visualisation sur l'écran du tube 20 est effectuée, de préférence, comme représenté sur la Fig. 3, les deux images référencées A et B occupant respectivement la moitié de l'écran, l'une en haut et l'autre en bas parallèlement au sens du balayage ligne. Cette disposition est plus aisée à obtenir que celle qui serait composée d'une image à droite et l'autre à gauche de l'écran, car la réalisation d'un circuit de commutation vidéo en 21 s'en trouve simplifiée. Les images A et B tracées en des aires distinctes de l'écran du tube 20 sont ensuite transmises optiquement au moyen de deux faisceaux de fibres ordonnées, le faisceau 22 et le faisceau 23. Les extrémités de ces faisceaux, coté tube, sont accolées et correspondent respectivement aux aires A et B des images respectives ; les autres extrémités des faisceaux sont destinées à transmettre les images vers chaque oeil de l'observateur ce qui s'effectue à travers une optique de sortie, 24 et 25 respectivement. Dans le montage, l'ensemble 20 à 25 représente les moyens de visualisation groupant le tube cathodique intermédiaire 20 avec ses circuits associés 21, la liaison à fibres ordonnées 22-23 et les optiques terminales 24-25. L'observation s'effectue à travers les optiques oculaires 24 et 25 placées à une distance correspondant à la distance interpupillaire, de façon similaire au montage des optiques oculaires 13 et 14 de la Fig. 1.

Pour l'utilisation envisagée sur un viseur de casque, les images A et B sont collimatées et le pilote voit ces images par réflexion sur une glace traitée semi-réfléchissante (ou, comme représenté, en utilisant la visière du casque traitée en ce sens), ainsi que le paysage extérieur par transparence à travers cette glace. Les images A et B sont transmises respectivement, l'une à l'oeil droit et l'autre à l'oeil gauche du pilote, lequel perçoit pour chaque oeil la même vision du paysage extérieur. Dans le cadre d'une telle utilisation, comme représenté sur la Fig. 2, les extrémités des conducteurs 22-23 et les optiques 24-25 sont solidaires du casque par un dispositif support 26-27. Les optiques 24-25 assurent l'effet de collimation des images (projection à l'infini), les extrémités des faisceaux 22-23 se trouvant

dans le plan focal correspondant de ces optiques. Ainsi le rayonnement sortant de chaque optique, sous forme de rayons parallèles, est réfléchi par la visière de casque 29 respectivement vers chaque oeil de l'observateur, la visière 29 est traitée semi-réfléchissante pour permettre également la visualisation du paysage extérieur.

La vision simultanée du paysage extérieur peut éventuellement n'être exercée que pour un oeil et la visière ou glace sera alors traitée réfléchissante pour le rayonnement à renvoyer vers l'autre oeil. Une représentation correspondante est donnée sur la Fig. 4 avec une glace réfléchissante 29R pour réfléchir l'image A par exemple vers l'oeil droit OD de l'observateur et une glace semi-réfléchissante 29SR pour réfléchir l'image B vers l'oeil gauche OG. Si la visière assure les fonctions des deux glaces, les zones correspondantes en face de chaque oeil sont traitées, l'une réfléchissante et l'autre semi-réfléchissante. Cette variante est intéressante, notamment pour permettre en sus d'une vision stéréoscopique, celle de symboles graphiques ou alphanumériques en superposition avec le paysage. Ces symboles correspondent généralement à des données de navigation et sont élaborés par un générateur approprié 30. La vidéo synthétique VS délivrée par ce circuit est mélangée à l'une des voies, SV2 par exemple, soit en incrustation ou surimpression, soit lors du retour de trame pour visualisation par balayage cavalier selon des techniques bien connues en soi. Le circuit 31 représente un mélangeur vidéo en sorte que l'image B se compose du signal vidéo d'image SV2 et du signal vidéo synthétique VS et que les symboles seront vus par effet de collimation, projetés à l'infini dans le paysage observé par l'oeil gauche OG. La Fig. 5 représente un exemple de réalisation du circuit de commutation vidéo en 21 pour superposer deux images sur le même moniteur 20. Les signaux de synchronisation de ligne SL et de trame ST sont utilisés respectivement pour commander un compteur 32 et effectuer sa remise à zéro, le compteur effectuant par exemple un décompte de 256 lignes. Après ce comptage il va commander un circuit bascule 33 dont la sortie commande le basculement d'un circuit de commu-



tation 34 pour passer périodiquement de la voie SV1 à la voie SV2 et inversement. Dans cet exemple, chaque image est représentée par un tracé de 256 lignes. La sortie du circuit 34 est appliquée au tube cathodique 20 qui reçoit également sur ces bobines, ou plaques de déviation des signaux de déflexion à la cadence ligne.

Le tube cathodique 20 doit être couplé aux faisceaux de fibres ordonnées 22 et 23 et pour se faire on peut réaliser le tube cathodique de manière particulière comme représenté sur la Fig. 6. Il est connu que la face avant d'un tube cathodique peut être constitué par une galette de fibres optiques. Ce genre de tube est utilisé en imagerie pour avoir une image plane, ou pour coupler des tubes cathodiques avec un détecteur d'image (conversion de standard, amplification de luminance, etc.). Le tube réalisé ici comporte les mêmes éléments qu'un tube terminé par une galette de fibres mais la face de sortie n'est pas seulement constituée au moyen d'une galette d'épaisseur limitée mais par la face d'extrémité d'un faisceau de fibres optiques ordonnées 37 ayant la longueur désirée pour l'application prévue. On distingue sur la Fig. 6 l'enveloppe 36 en verre du tube et le faisceau ordonné 37 qui se termine à l'intérieur du tube de même façon que dans le cas d'une galette, notamment en ce qui concerne la forme courbe d'usinage et le revêtement d'une couche fluorescente 38 sur laquelle vient frapper le faisceau électronique. Cette extrémité du faisceau 37 est scellée à l'enveloppe 36. Pour l'utilisation envisagée selon l'invention, le faisceau 37 se compose des deux faisceaux de fibres optiques ordonnées 23 et 22 regroupés côte à côte au niveau du tube. La principale difficulté de réalisation réside dans l'obtention d'une entrée de faisceau étanche au vide. En effet, c'est la face polie du faisceau elle-même qui porte le phosphore 38 du tube cathodique. Pour cela il est connu de compacter le faisceau de fibres avant de le couper et de le polir. Grâce à un traitement thermique qui a pour but de porter le verre constituant la gaine des fibres à la température de début de ramolissement on obtient une soudure des fibres entre elles.

Dans le cas de la Fig. 7 on utilise une optique à dioptries 41 et 42 pour coupler chacune des images A et B avec l'extrémité des faisceaux de fibres ordonnées correspondants 22-23. Sur la Fig. 8 se trouve représenté le trajet des rayons optiques entre le tube cathodique 20 et l'entrée d'un faisceau 22 de fibres ordonnées, par l'intermédiaire de l'optique associée 41.

L'appareil permet de présenter un image stéréoscopique d'un paysage, les deux capteurs droit et gauche peuvent être de nature différente, c'est-à-dire en particulier, fonctionner dans des longueurs d'onde différentes. L'avantage qui est procuré par ce point est que d'une part l'observateur perçoit le relief du paysage, qui peut être augmenté en faisant varier la distance des capteurs, d'autre part les informations recues par chaque œil peuvent être différentes et ce point est mis à profit à la reconnaissance et l'identification des objets. L'appareil fait appel aux facultés mentales de l'observateur ; grâce à un pré-entraînement le cerveau est capable, outre la fusion d'images stéréoscopiques, de traiter simultanément des informations recueillies par les deux capteurs. L'appareil aide à la reconnaissance et à l'identification d'objectifs dans le domaine militaire. Du point de vue de réalisation l'utilisation du tube décrit à la Fig. 5 permet de s'affranchir du montage optique de la Fig. 7 ce qui présente, outre l'avantage de la réduction des cotes mécaniques et du nombre de composants, d'autres avantages sur le plan optique.

Si on désigne par  $u$  (Fig. 6) l'angle d'ouverture de l'optique utilisée et par  $E$  l'énergie réémise localement par le tube, seule la fraction  $E \sin^2 u$  pénètre dans l'optique 41 (42) et est transmise au faisceau de fibres 22 (23). Lorsque le phosphore luminescent 38 est déposé directement sur l'entrée du faisceau 37 (Fig. 6), la portion d'énergie utile est  $E \sin^2 u'$ , où  $u'$  est l'angle d'acceptance de la fibre optique.

Même avec des optiques de prix élevé  $\sin u'$  dépasse difficilement 0,25 (par exemple pour un objectif F/2 travaillant au grandissement de 1) l'ouverture numérique d'une fibre optique peut facilement valoir  $\sin u' = 0,65$  d'où le gain sur une luminance de

l'image de l'ordre 6,75. Il en résulte que les réalisations à fibres optiques selon les Figs. 2 et 6 sont préférentielles à celles comportant des objectifs de couplage optique (41, 42) avec l'écran du tube, selon la Fig. 7.

REVENDICATIONS

1. Appareil de visualisation stéréoscopique comportant des moyens de prise de vue d'image (1-2) et des moyens de visualisation stéréoscopique (9), caractérisé en ce que les moyens de prise de vue utilisent deux capteurs optoélectriques (1-2) pour produire chacun un  
5 signal vidéo d'image (SV1 et SV2), des moyens de filtrage optique (5-6) pour filtrer le rayonnement lumineux incident à l'entrée de chaque capteur, des moyens de commande (4) de positionnement relatif d'un capteur par rapport à l'autre pour modifier l'entre-axe (D) séparant les deux capteurs, un dispositif support (3) desdits  
10 capteurs pour les supporter dans une position à axes optiques parallèles, lesdits capteurs présentant un champ d'observation sensiblement identique, les moyens de visualisation stéréoscopique (9) permettant d'élaborer à partir de chaque voie vidéo une image lumineuse correspondante destinée respectivement à chaque oeil  
15 d'un observateur.

2. Appareil selon la revendication 1 caractérisé en ce que les capteurs sont de type différents.

3. Appareil selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les capteurs travaillent dans une bande spectrale distincte.

20 4. Revendication selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que des circuits de traitement (7-8) sont interposés sur chacune des voies vidéo.

5. Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les moyens de visualisation stéréoscopique (9)  
25 comportent deux tubes cathodiques miniatures (11-12), chacun d'eux étant associé avec un oculaire (13-14) de sortie assurant la collimation de l'image.

6. Appareil selon la revendication 5, caractérisé en ce que  
30 chaque tube est couplé avec son oculaire par l'intermédiaire d'un faisceau de fibres optiques ordonnées.

7. Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les moyens de visualisation stéréoscopique (9) comportent des moyens de commutation vidéo (21) des deux voies vidéo fournies par les capteurs pour alimenter un unique tube cathodique (20) et former une image sur une moitié de l'écran et l'autre image sur l'autre moitié de l'écran, chaque image (A, B) étant couplée optiquement avec un oculaire (24-25) de sortie assurant la collimation d'image.

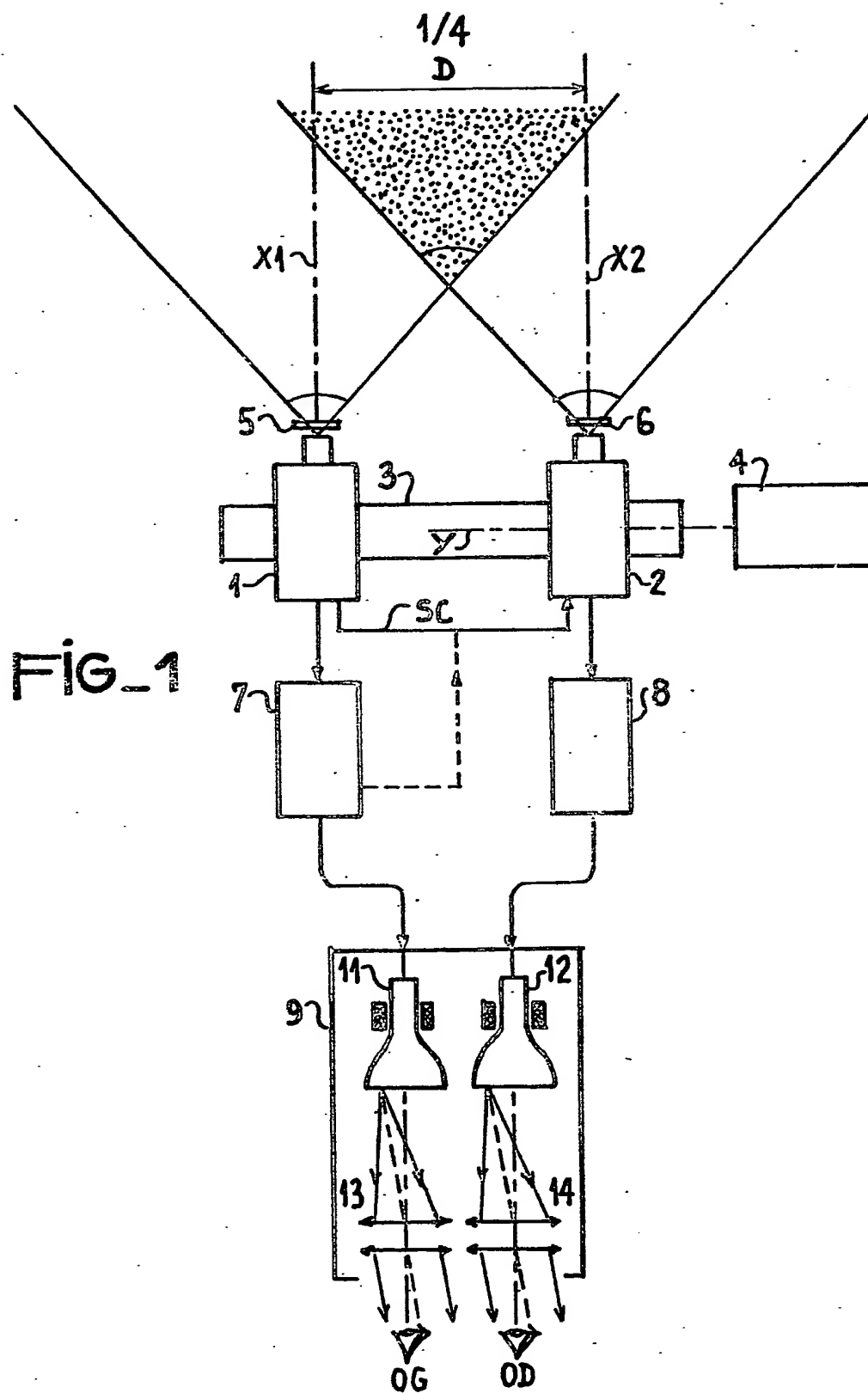
8. Appareil selon la revendication 7, caractérisé en ce que chaque image (A, B) formée sur l'écran du tube (20) est transmise vers l'oculaire correspondant par l'intermédiaire d'un faisceau de fibres optiques ordonnées (22-23).

9. Appareil selon la revendication 8, caractérisé en ce que les extrémités des deux faisceaux côté tube sont accolées (37) et usinées et traitées pour faire partie intégrante du tube (36) et former l'écran fluorescent (38).

10. Appareil selon la revendication 8, caractérisé en ce que les extrémités des faisceaux côté tube sont couplées à ce dernier respectivement à travers une formule dioptrique (41-42).

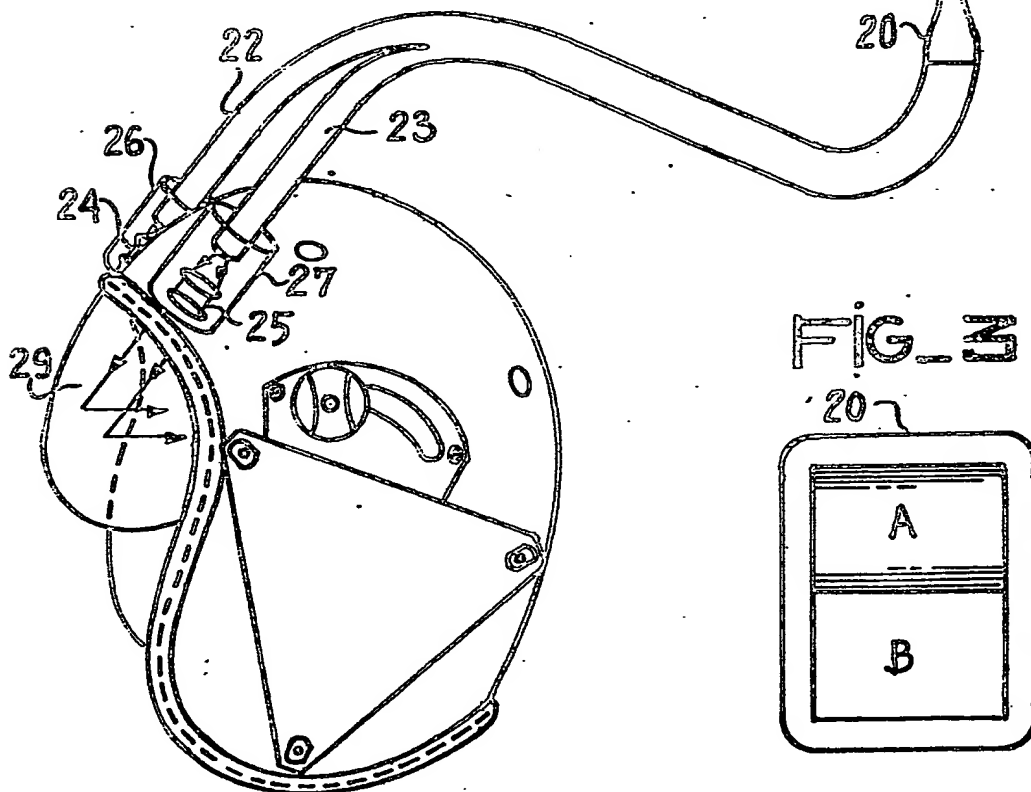
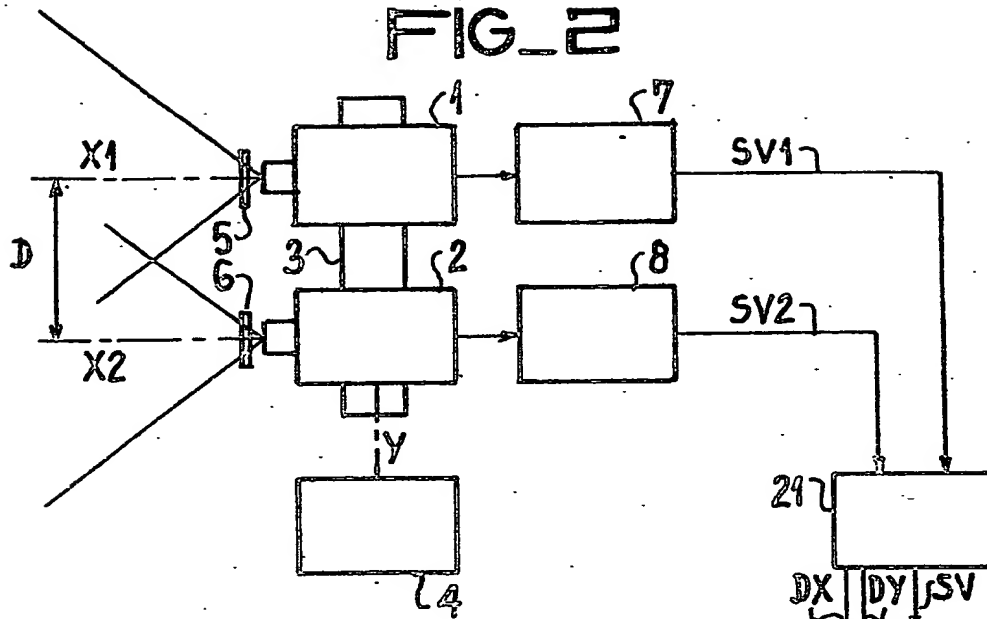
11. Utilisation d'un appareil selon l'une quelconque des revendications 6, 8 à 10, pour réaliser un viseur de casque, caractérisée en ce que les deux images collimatées en sortie des oculaires (13-14, 24-25) sont réfléchies vers les yeux d'un observateur respectivement, au moyen de glaces semi-réfléchissantes ou de la visière (29) du casque traitée à cet effet.

12. Utilisation selon la revendication 11, caractérisée en ce que l'appareil comporte un générateur de symboles (30) dont la vidéo synthétique (VS) est mélangée à l'une des voies vidéo dans un circuit mélangeur (31) et que l'image collimatée correspondant à l'autre voie est renvoyée vers un oeil de l'observateur au moyen d'une glace réfléchissante (29R) ou de la visière du casque traitée localement à cet effet.



2/4

FIG. 2



3/4

FIG. 4

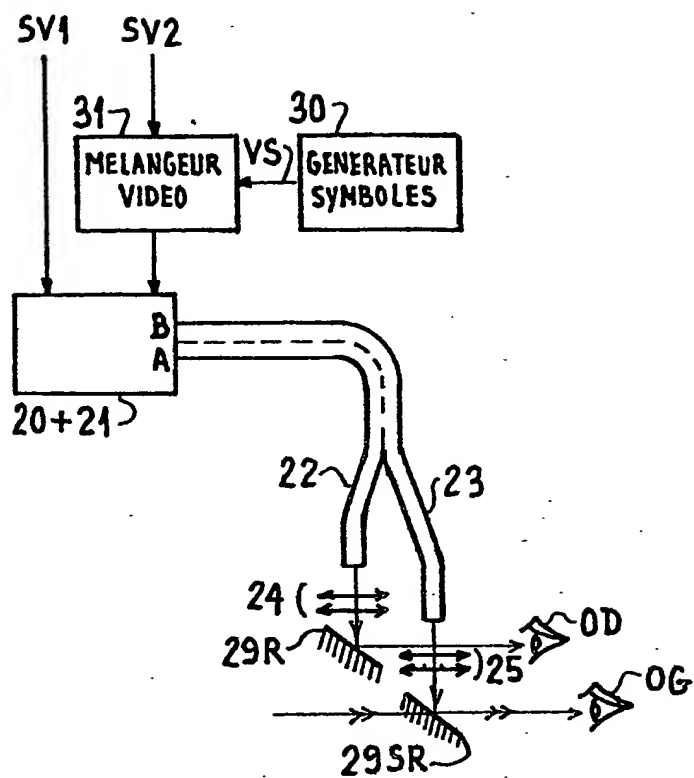
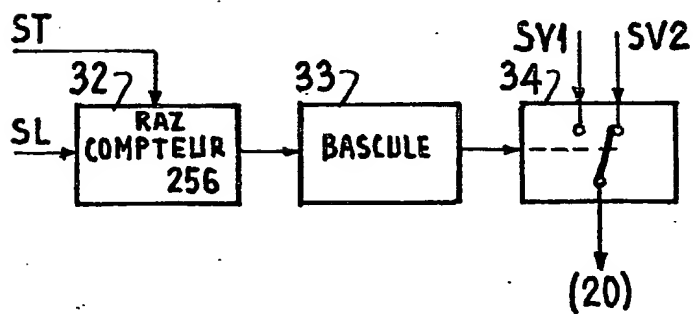


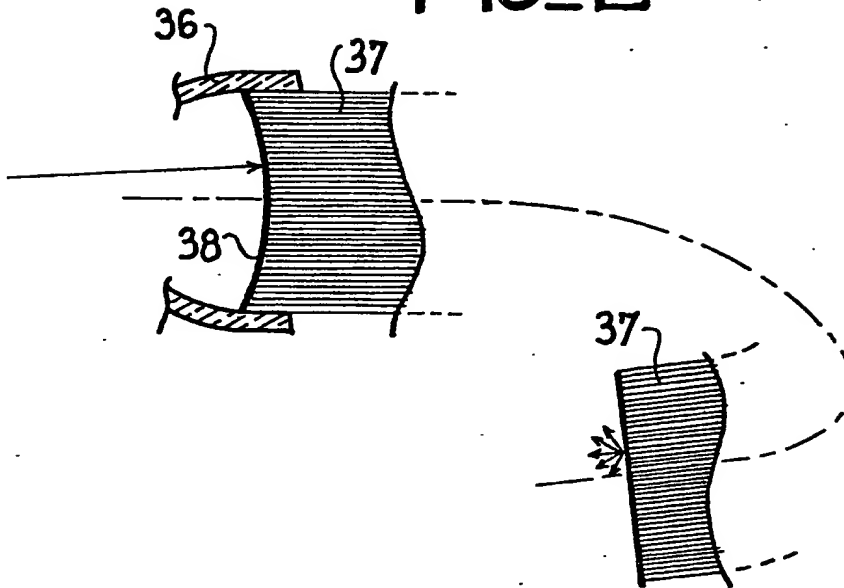
FIG. 5



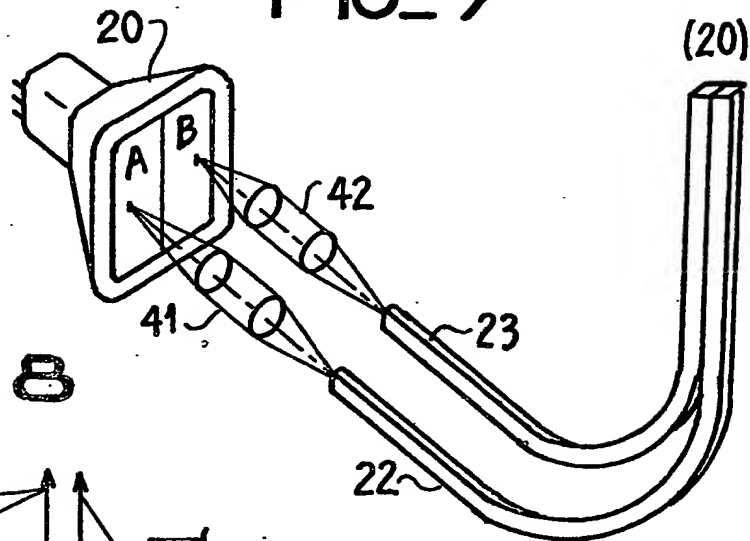


4/4

FIG\_6



FIG\_7



FIG\_8

